Ein Beitrag

zur Lehre

von den

Herznervenendigungen.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

Doctors der Medicin

verfasst und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät der Kaiserlichen Universität zu Dorpat

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

Th. Openchowski

Arzt.

Ordentliche Opponenten:

Prof. H. Meyer. — Prof. Stieda. — Prof. Vogel.

Dorpat.

Druck von C. Mattiesen.

1884.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät.
Dorpat, den 1. Mai 1884.
Nr. 167. Decan: **Stieda.**

I.

Die Frage über die Endigungsweise der Nerven im Herzen gehört zu den interessantesten Problemen der mikroskopischen Anatomie. Die Untersuchungen in dieser Richtung haben indess bisher nur ungenügende Resultate ergeben. Wir haben uns deshalb von Neuem die Aufgabe gestellt zu entscheiden ob das Herz, entsprechend seiner ihm eigenthümlichen physiologischen Function, auch eine ihm eigenthümliche Endigungsweise seiner Nerven besitzt oder ob diese letzteren auf dieselbe Weise wie in den übrigen Muskeln des Körpers endigen [1].

Unsere Aufmerksamkeit wurde um so mehr auf diesen Gegenstand gelenkt als in jüngster Zeit durch Vervollkommnung der mikroskopischen Technik weitgehende Funde über die Nervenendigung in den glatten sowie in den quergestreiften Muskelfasern gemacht worden sind.

Ehe wir zu unseren eigenen Untersuchungen übergehen, wollen wir einen flüchtigen Blick auf die Anatomie des Herzens werfen, wie dieselbe sich im Laufe der Zeit ergeben hat. Zuerst berichtete Weismann,[2] dass er bei jungen Individuen (Vögel und Säugethiere) die Muskelzellen des Herzens isolirt habe. Dann haben Eberth und Schweiger-Seidel den Nachweiss geliefert, dass die Muskelbündel aus einkernigen und spindelförmigen Zellen bestehen, welche bei Fischen und Amphibien lang und mit zahlreichen Ausläufern

1) Ein kurzes Referat über die Resultate dieser Arbeit ist bereits im Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XXII veröffentlicht.

2) Siehe die Literatur am Ende der Abhandlung.

versehen sind, bei Säugethieren und Vögeln dagegen kürzer sind und weniger Ausläufer haben. Diesen letzten Angaben muss auch ich, was die Muskelzellen vom Menschen, Kaninchen, Meerschweinchen, weissen Mäusen, Frosch, Salamandra mac. und Eidechse anbelangt, mich anschliessen. Ein Sarkolemm habe ich im Gegensatz zu Krause, Flögel und Winkler ebenso wenig wie Schweiger-Seidel wahrnehmen können.

Indem ich die Entwickelungsgeschichte des Herzens, über welche ich keine eigenen Erfahrungen habe, übergehe, will ich mich zum Innervationsapparat selbst wenden.

Wie bekannt unterscheidet man im nervösen Apparate des Herzens Ganglien, Vaguszweige und sympathische Fasern. Die Angaben Remaks, dass im Kalbsherzen Ganglienhaufen vorhanden seien, wurde durch die eingehenden Arbeiten von K. Lee, Cloetta, Schweiger-Seidel und Schklarewsky (an Vögeln) im wesentlichen bestätigt und näher begründet.

Beim Frosch waren es zuerst Ludwig, dann Rosenberger, Eckhard und Bidder, welche die atrioventriculare Lage der Ganglien beschrieben haben. Nachdem die Existenz der Ganglien überhaupt festgestellt war, richteten sich die Forschungen auf den Ort, wo sich bei verschiedenen anderen Thierarten diese Ganglien befinden und auf den Bau der letzteren. In Bezug auf diesen zweiten Punkt war das schwierigste Problem das, ob die Ganglien nur eine oder zwei Fortsätze besitzen.

Indem man das Vorhandensein des einen Fortsatzes allgemein für erwiesen erachtet, theilen sich die Meinungen über die Existenz des zweiten (spiralen) heute noch in zwei Lager.

So wichtig diese Frage für die nervöse Theorie der Herzbewegungen ist, ebenso schwierig ist die Lösung derselben.

Während Arnold, Bidder, Beale, später Friedlaender und Gerlach[1]) auch Ranvier[2]) und Vignal den spiralen Fortsatz beschreiben und damit bipolare Ganglienzellen annehmen, leugnen andere Forscher wie Kölliker, Frey, Krause, Rawitz, Retzius, Dogiel, Szentkinalyi, Klug diese Fortsätze, indem sie unipolare und sogar apolare (Klug, Dogiel) Zellen gefunden zu haben angeben.

Im Allgemeinen stimmen die Autoren in ihren Angaben über die Lage der Ganglien überein. Die neuesten Arbeiten gehören Dogiel, Ranvier und seinem Schüler Vignal an. Dogiel hat an verschiedenen Thieren, wie Frosch, Triton, Schildkröte, Taube, Kaninchen, Hund und Mensch die Anlagerung zuerst makroskopisch beobachtet und dann mikroskopisch constatirt. Seine Resultate lassen sich in folgenden Sätzen resümiren:

1) Beim Frosche liegen die meisten Ganglien an den Venen und zwar an der Stelle, wo die N. N. cardiaci in's Herz eintreten. Die nächst grössten Ganglien liegen zwischen den Vorhöfen und Ventrikeln, die eintretenden Nerven und Ganglien liegen in der Vorhofsscheidewand zwischen endothelialen Lagen zusammen mit den hier befindlichen Muskeln.

2) Die Vagi endigen nicht direct in Ganglien.

3) Ein Fortsatz ist protoplasmatisch.

4) Beim Krokodil, Hecht, Schildkröte, Vögeln und Säugethieren verlaufen die nervi cardiaci an dem Vorhofe und den Ventrikeln unmittelbar unter dem Endothel der Aussenfläche

---

1) Gerlach nimmt noch multipolare Zellen an — eine Angabe, die von anderen Autoren nicht bestätigt wird. Vielleicht sind es die von Ranvier beschriebenen Zellen von sehr unbestimmtem und complicirtem Bau. ?

2) Ranvier stellt die Hypothese auf, dass der spirale Fortsatz dazu bestimmt sei, die Ganglienzellen im Herzen des Frosches unter einander zu verbinden.

des Herzens. Die Ganglienzellen liegen an dem Verlaufe der Nerven, an den grossen Venen und an der Grenze zwischen Vorhöfen und Ventrikeln. In Bezug auf die Structur unterscheiden sich die Ganglien der verschiedenen Thiere nicht.

5) In der Ventrikelwand sind keine Ganglien zu finden.

Ranvier giebt an, dass beim Frosche der Vagus an dem venösen Sinus verlaufe, die Nervenfasern blasse oder Myelinfasern seien, die Myelinfasern aber vom Vorhof zur Spitze immer seltener werden. Die Nerven durchbohren das Septum auricularum und legen sich an die linke Seite derselben. Im venösen Sinus findet sich eine horizontale Faser, welche die beiden Vagi verbindet. Eine zweite solche Anastomose findet sich im Ganglion Bidderi, letztere nennt er „l'anastomose de la synergie du coeur." [1]) Vom venösen Sinus reicht der hintere dickere Nerv bis zum hinteren mittleren Theil der Ventrikel. Der vordere Nerv richtet sich Anfangs zum bulbus aorticus und geht dann fast unter einem rechten Winkel zum vorderen Theile des Ventrikels.

Vignal hat nach eingehenden Untersuchungen an Salamandern und Tritonen gefunden, dass die beiden Vagi aus blassen Fasern bestehen, mit dem Sinus von der rechten Auricula zum Septum verlaufen und auf die linke Seite des Septum übergehen. Auf der linken Oberfläche des Septum theilt sich der hintere Nerv in Zweige, die unter dem Pericardium liegen. Nur ein dicker Zweig endigt an dem oberen und unteren Theile des Ventrikels. Der vordere Nerv dagegen geht mit einem Muskelbündel, welches das linke Herzohr theilt, und endet indem er Zweige zum Septum aussendet auf dem oberen vorderen Theile des Ventrikels. Die Ganglienzellen sind uni-

1) Durch Kronecker's dem Verfasser brieflich mitgetheilte Entdeckung des coordinatorischen Herzcentrums wird diese Hypothese offenbar überflüssig.

polare, ohne spirale Fasern und liegen auf der linken Seite des Septum und um die Nerven des Sinus und Septum. In den Ventrikeln sind sie mit Nerven verflochten. Ihre Zahl ist unbedeutend, ungefähr zehn im Ganglion Bidderi, zehn im Sinus und sechs im Septum. Bei Lacerta viridis unterscheidet dieser Autor drei Theile des gangliösen Apparates: das Ganglion des Sinus, des Herzohres und des Ventrikels. In dem Septum und der Auricula lassen sich drei bis vier Ganglien unterscheiden, jedes aus beinahe hundert Zellen bestehend. Dieselben befinden sich unter dem Pericardium viscerale. Die Ganglien im oberen Theile der Ventrikel enthalten nur wenige Zellen. Alle Zellen scheinen unipolar zu sein. Für das Froschherz bestätigt Vignal die Angaben Ranvier's.

Thatsächlich stellten schliesslich beide Forscher hin: 1) Dass die Ganglienzellen an den venösen Sinus, sowie an der Vorhofsscheidewand des Froschherzens (Ludwig'sche Ganglien) mit Beale'schen Spiralfasern ausgestattet seien. 2) Dass dagegen in den an der Kammerbasis gelegenen, sogenannten Bidder'schen Ganglien, einfache, in den Verlauf der Nervenfasern eingeschaltete, sog. bipolare spindelförmige Ganglienzellen ohne Spiralfaser überwiegen.

Beim Kaninchen fanden beide genannten Autoren zwei Arten von Zellen; die einen führen zwei Kerne, die anderen nur einen. Die zweikernigen Zellen haben eine durchschnittliche Grösse von 48 μ, sind multipolar und gleichen den Zellen, welche man in den sympathischen Ganglien des Kaninchens findet; die einkernigen sind unipolar, messen ca. 28 μ und gleichen den Zellen der Spinalganglien. Die zweikernigen Zellen überwiegen beim Herzen in den Vorhöfen (an den Mündungen der Venae pulmonales), die einkernigen in den Ganglien der Kammerbasis. Auch bei Galeus canis vermochte Vignal, s. l. c., Anm. zu pag. 934, eine ähnliche Disposition zwei- und einkerniger Zellen zu constatiren.

Hypothetisch nehmen Ranvier und Vignal an, dass die Spiralfaser eine nervöse Faser sei und dass dieselbe dazu diene, eine anatomische Verbindung zwischen den einzelnen Ganglienzellen herzustellen, während die geraden Fortsätze der Zellen sich nach Art von T-Fasern (Ranvier) mit den von aussen in das Herz eingetretenen Nervenfasern in Verbindung setzten.

Den Spiralfaserzellen, bezw. den sympathischen Zellen des Kaninchens werden, gestützt auf die Ergebnisse der Experimente und mit Rücksicht auf die Lagerung derselben, die automatischen, excitomotorischen und zugleich die hemmenden Leistungen zugeschrieben, letztere aber in besonderer Weise erklärt. Die bipolaren eingeschalteten Zellen des Frosches bezw. die cerebrospinal geformten des Kaninchens, sollen dagegen als Reiz-Accumulatoren, ähnlich etwa electrischen Accumulatoren, wirken. (Vergl. Ranvier, Traité technique, l. c. Anm. zu pag. 845 seqq.)

Was die übrigen Thierordnungen anlangt, welche Vignal der ganzen Reihe nach untersucht hat, so werden ähnliche Verhältnisse vermuthet, jedoch liessen sich nicht in so bestimmter Weise zweierlei verschiedene Ganglienzellen demonstriren.

Wenden wir uns nun zu den speziellen Beziehungen der Nerven zu den Muskelzellen, so liegen uns folgende literarische Daten vor. Volkmann berichtet zuerst, dass der Sympathicus im Muskel des Herzens endet. Nach Ludwig gehen die Vagi mit den Jugularvenen und anastomosiren in der Scheidewand der Vorhöfe. Auch Budge verfolgte den Vagus bis zu derselben Scheidewand. Ed. Weber, Bidder und Beale lassen die Vagi in den Ganglien des Herzens enden. Bidder konnte die Myelinfasern nur bis zur Ganglienschicht verfolgen. Kölliker giebt nach seinen bereits 1862 publicirten Untersuchungen an, dass die Nervenenden im Herzfleische die grösste Uebereinstimmung mit den Nervenden in den quergestreiften Muskeln der Frösche

hätten. Demnach sollen sie, wie in diesen letzteren, mit freien, spitz auslaufenden Enden, an den Muskelfasern dicht anliegend aufhören. Da Kölliker an den Herzmuskelfasern ein Sarkolemma anzunehmen scheint, s. l. c. p. 576, so würden, nach dem von ihm für die Skeletmuskeln des Frosches Vorgebrachten, cf. l. c. p. 171, die freien Terminalausläufer wahrscheinlich ausserhalb des Sarkolemmas bleiben. Doch sind Köllikers Aeusserungen über diesen Punkt unentschieden. Die Zahl der Nervenenden soll nach Kölliker geringer sein, als die der einzelnen Muskelfaserzellen, so dass nicht jede Muskelfaserzelle eine Endigung erhielte. Langerhans hat das septum atriorum beim Frosch, bei Salamandra und bei Leuciscus, so wie auch die Vorhofscheidewand des Hundes und des Kalbes untersucht und mittelst der Isolationsmethode Zellen gefunden, von deren Leibern sich ein matter und gestreifter Fortsatz abhebt, welcher deshalb vom Autor für nervös gehalten wird. Derselbe Forscher beschreibt im Ventrikel des Frosches und der Salamandra ein Netz, welches das Muskelbündel umspinnt und aus welchem die terminalen Fädchen sich zwischen den Muskelzellen verlieren. Die Netze sind sehr spärlich im Vergleich zu den reichlich vorhandenen Nerven in der glatten Musculatur. Langerhans hält sein Bild Nr. 7 vollkommen analog den von Schweiger-Seidel gegebenen.

Leo Gerlach geht näher auf die Vertheilung der Nerven im Froschherzen ein. Er unterscheidet drei successive aufeinander folgende Nervennetze: den Grundplexus, das perimusculäre[1]) und das intramusculäre Netz. Letzteres geht aus dem perimusculären, dieses aus dem Grundplexus hervor. Der Grundplexus setzt sich noch aus feineren und stärkeren Nervenstämmchen zusammen und enthält die Ganglienzellen. Das perimusculäre

1) Klebs nennt diesen Plexus intramediäres Netz und beschreibt ihn in der Blase des Frosches, ebenso Gerlach jun. im Darmcanal.

Netz umspinnt die einzelnen Muskelbündel und besteht aus feineren Fasern, denen Kerne angelagert sind. Das intramusculäre Netz endlich setzt sich aus Nervenfibrillen zusammen, welche im Inneren der Muskelbündel zwischen den einzelnen dasselbe constituirenden Muskelzellen verlaufen. Gerlach gelang es nun ferner die Angaben von Langerhans zu bestätigen, dass die feinsten Nervenfibrillen auch mit den Muskelzellen selbst zusammenhängen, und dahin zu erweitern, dass sie — es wurde dies freilich nur in wenigen Fällen constatirt — auch in das Innere der Muskelzellen eindringen (intracellulare Fasern). Gerlach lässt es aber wiederum unentschieden, wie nun das letzte Ende dieser Fasern beschaffen sei, und ob damit die allgemeine Endigungsform der Herzmuskelnerven gegeben sei. Treten die intracellulären Nerven wieder aus den Zellen heraus, um wieder in das intermusculäre Netz überzugehen, haben wir es also im Herzmuskel mit einem veritablen motorischen Endnetze zu thun, oder enden die intracellulären Fäserchen innerhalb der Muskelzellen und wie? das sind Fragen, welche unentschieden bleiben.

Bei schwächeren Bündeln kann man weder von intra- noch von perimusculären Netzen reden, da hier die feinen Fibrillen mehr oberflächlich verlaufen. Fischer läugnet die Existenz der intramusculären Netze, da er nur perimusculäre Netze am Herzen des Hundes finden konnte. Ranvier dagegen hält Fischers Nerven für Gefässe. Ich meinerseits konnte nie klare Praeparate darüber von warmblütigen Thieren bekommen. Ranvier, der neueste Autor, verdient wegen seiner vielseitigen und eingehenden Forschungen eine nähere Berücksichtigung. Nachdem er kurz die verschiedenen Methoden durchmustert hat, empfiehlt er zur Demonstration der Nervenendigung des Frosches folgende Methode. Man mischt zweiprocentige Goldchloridlösung mit 25%igem Acidum formicicum und kocht diese Mischung bis sie eine grüne Farbe annimmt. Nachdem

an einem curarisirten Frosche das Herz blosgelegt und der Sinus unterbunden worden ist, spritzt man in die eine Aorta gegen 3 Cubikcentimeter dieser Flüssigkeit, und unterbindet, nachdem diese letztere durch die zweite Aorta herausgeflossen ist. Darauf füllt man das Herz wieder durch die erste Aorta, schneidet, nachdem an dieselbe die Ligatur angelegt ist, das Herz aus und lässt es in der Mischung 10—15 Minuten liegen. Durch einen Schnitt in die Auricula lässt man die Flüssigkeit ausfliessen und setzt das Präparat in destillirtem Wasser dem Licht aus. An einem auf diese Weise vorbereiteten Präparate beschreibt Ranvier mit der ihm eigenen Präcision das Bild der Nervenendigung im Herzen.

Er stimmt mit den Autoren überein, die einen Grundplexus annehmen und sagt, dass dieses Netz sich aus sehr wenig dichten Anastomosen der Nervenfasern bilde, welche von dem grossen Stamm der in das Herz eindringenden Nerven ausgehen. Die Fasern bestehen aus Fibrillen. Die Nervenfasern besitzen ausserdem an den Seiten oder in ihrem Verlaufe einen Kern. Wo der Nerv sich dem Muskelbündel nähert, theilt er sich entweder schon vor dem Orte des Eindringens oder gerade an diesem Orte oder in der Muskelsubstanz selbst. Ranvier meint, dass die Nervenfasern dicht an dem Zellenkerne vorbeilaufen, das heisst, dass der Nerv in die Substanz der Zelle eindringt. Die Nervenfasern anastomosiren im Innern der Zellen, so dass damit ein intramusculares Netz gebildet wird. Die nervösen Fädchen verlaufen in die Muskelbündel eindringend denselben parallel. Nach Ranvier's Erfahrung, welche er in praecisester Fassung in der jüngsten Lieferung seines „Traité technique“ (Livr. VI. 1882) mitgetheilt hat, käme es wirklich im Froschherzen auf ein solches Endnetz hinaus. Er sah an zahlreichen isolirten Muskelzellen feine gerade verlaufende Fäden mitten durch die Zelle hindurchziehen, sah dann wie Langerhans und Gerlach mehrfach Nervenfäden von aussen an

Muskelzellen heran treten und mit ihnen verschmelzen und vermochte ein feines mit und in den Muskelbälkchen hinziehendes Nervennetz darzustellen. Er zieht aus diesen Befunden den Schluss, dass in letzter Instanz die Muskelzellen auf die Nervenfibrillen aufgereiht seien, wie die Kügelchen eines Rosenkranzes auf den sie tragenden Faden. Von einer distincten abgeschlossenen Endigung einer Nervenfibrille in einer Muskelzelle wird nichts berichtet.

Dieser Gelehrte spricht selbst seine Zweifel darüber aus, dass die motorischen Nerven mit einem Netze endigen, denn die Mangelhaftigkeit der Untersuchungsmethoden lässt zu keinem anderen Schlusse gelangen. Ranvier meint auch im Gegensatz zu Engelmann, nach welchem es zur Fortpflanzung keiner Nerven bedarf, dass nur auf dem Wege der Nerven die Erregung fortgepflanzt werden könne, die das Herz nöthig hat.

Der Einzige, welcher von einer praecisirten Endigungs-Art spricht, ist W. Krause, der in seiner Anatomie des Kaninchens kurz angiebt, beim Kaninchen endigten die Herznerven an den Muskelfasern mit motorischen Endplatten, und diese Angabe in seiner „Allgemeinen Anatomie", Hannover 1876, p. 303, mit dem Zusatze wiederholt, es handele sich um Endplatten von weidenblattähnlicher Gestalt. [Die dort mitgetheilte Abbildung dürfte Verfasser selbst wohl nicht als eine für seine Annahme viel beweisende ansehen wollen.] Der Vollständigkeit wegen erwähnen wir noch, dass ausser Engelmann, der im Ventrikel des Froschherzens keine Nerven zu entdecken vermochte, Foster und Dew-Smith auch im Herzen von Mollusken keine Nerven gesehen haben.

Dogiel hat im Froschherzen viele Nerven gefunden und erkennt keinen Unterschied zwischen Muskulatur und Nerven des Herzens im Vergleiche mit denen anderer Organe an. Auch er spricht sich durchaus gegen Engelmann's Theorie aus.

II.

Nach diesem literarischen Ueberblicke wollen wir zu unseren eigenen Untersuchungen übergehen. Es wurden die Herzen von Frosch, Eidechse, Salamander, Meerschweinchen, Kaninchen, weissen Mäusen und Kindern untersucht, und als Färbemittel das Goldchlorid nach den Angaben der Autoren sowohl als auch nach verschiedenen eigenen Modificationen benutzt. Die Resultate dieser Färbemethode waren jedoch entweder ganz negativ oder wenigstens unvollständig. Die Färbung der Ganglien und starken Stämme gelang meist mit jeder Methode; die Färbung der feinen Zweige dagegen liess viel zu wünschen übrig. Die oben beschriebene Ranvier'sche Methode ergab freilich constante Erfolge; die feinsten Nervenzweige aber wurden dennoch nicht mit wünschenswerther Deutlichkeit klargestellt, ein Umstand, welchen der Autor selbst, wie gesagt, mit Bedauern zugeben musste. Nachdem mehrere Monate damit hingegangen waren, ohne dass ich eine geeignete Methode gefunden hatte, musste ich auf einige Wochen meine Untersuchungen unterbrechen. Das mit dreissig verschiedenen Goldmethoden an verschiedenen Thierarten hergerichtete Material verwarf ich übrigens deshalb durchaus nicht, sondern liess es während dieser Zeit an einem dunklen Orte stehen. Als ich nun diese alten Stücke wieder zur Untersuchung hervorholte, fand ich, dass einige jetzt so klare und deutliche Bilder lieferten, dass ich das Verfahren wiederholte und nunmehr zu einem Resultate gelangte. Als die beste Methode zur Untersuchung der Herzendigungen hat sich folgende ergeben; dieselbe ist aber nur gültig für Frösche, Eidechsen und Salamander. Bei warmblütigen Thieren hat dieselbe mich in der Folge im Stiche gelassen.

Ein frisch ausgeschnittenes Herz wird in sehr kleine Stücke geschnitten und die Vorhöfe, das Septum, die Wand

und die Grenze der Ventrikel und Vorhöfe, um die Verwechselung zu vermeiden, in verschiedene Gefässe eingelegt. Diese Stücke werden zuerst in frisch filtrirten Citronensaft (Ranvier) getaucht, bis sie blass und transparent werden, wozu es 2—5 Minuten bedarf. Dann wäscht man sie mit destillirtem Wasser und legt sie in eine 1 : 3000 Goldchloridlösung, in der sie 6—12 Stunden am Lichte verweilen müssen. Ich muss hier bemerken, dass meine Zeichnungen von derartig behandelten Präparaten herstammen, aber ich habe auch gute Bilder von solchen Stücken gewonnen, die in einprocentiger Lösung eine halbe Stunde gelegen hatten. Es wurden aber auch klare Präparate von solchem Materiale erhalten, welche sich in Lösungen von verschiedenem Procentgehalt an einem dunkelen Orte gefärbt hatten. Wie man sieht, sind wir nicht dazu gelangt, die Bedingungen zu erkennen, unter welchen die Goldreaction constant gelingt. H. Prof. Ranvier, gewiss in dieser Technik einer der erfahrensten Forscher, hat mir gelegentlich mitgetheilt, dass es ihm für die Cornea gelungen ist, nach beliebiger Zeitdauer nur Nervenendigungen oder nur Gefässe oder nur Zellen zu färben. Doch sagt er, dass es zwar in den meisten aber nicht in allen Fällen gelinge! Waren auf eine der oben beschriebenen Weisen gefärbte Stücke hellgelb geworden, so wusch ich sie in destillirtem Wasser und stellte sie in 5%ige Ameisensäure für 12—25 Stunden an einen dunklen Ort, bis eine rosaviolette Färbung sich einstellte. Ist auf diese Weise die Reaction nicht gelungen, so ist keine Hoffnung mehr vorhanden, sie gut zu bekommen. Die rosaviolett gefärbten Stücke sind in einer Mischung von 4 Theilen Glycerin und einem Theil 5%iger Ameisensäure an einem dunkelen Orte einige Wochen aufzubewahren. Dieser Umstand scheint, wie gesagt, die Reaction zu befördern, die allmälige Maceration des Bindegewebes gestattet die Muskelbündel unter minimalem Durck auf das Deckglas von einander zu isoli-

ren und macht jede Zerzupfung durch Instrumente überflüssig. Auf diesen letzteren Umstand hatte auch Dr. Bremer, der kurz vor mir in demselben Institute die Endigung der Nerven in den quergestreiften Muskeln untersuchte, mit Recht hingewiesen. Es scheint, dass diese Methode die Details der Präparatbilder mehr zu schonen geeignet ist, als die Methode der Zerzupfung. [1]) Wenden wir uns zur Beschreibung der so gewonnenen Präparate. Obgleich ich mich mit den Ganglien nicht speciell beschäftigt habe, habe ich doch an Hunderten von Goldpräparaten und gelegentlich auch an mit Osmium und Carmin behandelten meist unipolare Ganglienzellen gesehen. Ich beobachtete auch Ganglien, welche einen spiralen Fortsatz zu besitzen schienen oder solche, bei welchen man die Structur und die Zahl der Fortsätze mit Sicherheit nicht bestimmen konnte. Für welche der verschiedenen Meinungen man sich zu entscheiden habe, vermag ich nicht zu sagen. An der Grenze der Ventrikel und der Vorhöfe findet man hier und da Ganglienzellen mit in die Ventrikel hineintretenden Nervenfasern. Im unteren Dreiviertel des Ventrikels und seiner Spitze konnte ich keine Ganglienzelle beobachten. Den Präparaten folgend, unterscheide ich an den Ventrikeln des Frosches, des Salamanders und der Eidechse:

1) Einen Grundplexus, der aus grossmaschigen Netzen besteht, wie Fig. 1 und 2 zeigt. Diese Netze bestehen aus marklosen Nerven, welche in ihren Knotenpuncten grosse Protoplasmaanhäufungen besitzen. Diese letzteren kann man nicht für wahre Zellen erklären, da man einen deutlichen Kern nicht sehen kann. An Osmiumpräparaten sieht

---

1) Zu dunkel gefärbte Praeparate werden mit 1 % Lösung von Cyankalium unter dem Mikroskop entfärbt, wobei die Muskeln sich zuerst entfärben, während die Nerven ihre deutliche Tinction viel schwerer verlieren, ein Umstand der mir auch bei meinen Untersuchungen über Drüseninnervation (Pfügers Arch. XXVII. 1882 p. 230) sehr zu statten kam.

man bis zu diesen Maschen markhaltige Fasern verlaufen (Gerlach, Klug). Der Grundplexus findet sich im Ventrikel, in den Vorhöfen und in den Spitzen der Ventrikel (Fig. 3 ist der Spitze eines Eidechsenherzen entnommen). Die markhaltigen Fasern gelangen in das Netz des Grundplexus, indem sie allmälig marklos werden. Die Grenze zu bestimmen, an welcher die markhaltigen Fasern aufhören eine Markscheide zu besitzen, ist aus leicht verständlichen Gründen schwer möglich. Dieses scheint keiner bestimmten Regel zu unterliegen. Eine Nervenfaser ist bereits marklos geworden, wenn eine andere, welche mit ihr zusammen verläuft, ihre Markscheide noch eine lange Strecke weit beibehält, um dieselbe erst nach vielen Krümmungen zu verlieren.

2) Von dem Grundplexus gehen feine Nervenfäden zu den Muskelbündeln, mit welchen sie entweder parallel, wie es Fig. 1, a. zeigt, oder perpendiculär zu demselben verlaufen, wie es in Fig. 4 (Vorhof des Froschherzen) zu sehen ist. Die abgehenden Fasern sind entweder sehr lang, so dass man dieselben durch mehrere Gesichtsfelder verfolgen muss (Ranvier), oder sie verlaufen nur eine kurze Strecke, um sich an die Muskelzellen anzulegen (Fig. 3. Eidechsen-Ventrikel). Diese Fasern entsprechen also dem perimuskulären Netze der Autoren. Da ich jedoch jene Netze mit breiten Maschen für den Grundplexus halte und keine Anastomosen zwischen den vom Grundplexus zum Muskelbündel verlaufenden Fasern angetroffen habe, so halte ich mich für gerechtfertigt, den Namen perimuskuläres Netz nicht aufstellen zu sollen. Da ferner diese Fasern in die letzten Endigungen an den Muskelzellen übergehen, so mögen dieselben kurz als „Endfasern“ bezeichnet werden. Die Netze, die Gerlach und Klug als perimusculäre Netze mit kleinen Maschen bezeichneten, sind meiner Meinung nach nur die Maschen des Grundplexus, welche je nach den anatomischen Verhältnissen bald enger bald breiter werden. Ranvier

scheint ebenfalls die perimuskulären Netze nicht anzuerkennen, da er nur von einem Grundplexus und zum Muskelbündel verlaufenden langen Fasern spricht. Ich habe oft auch von dem allerseits anerkannten Grundplexus auslaufende Fasern gesehen, welche direct zwischen den Grundzellen münden (Fig. 30 8 Ocul. 3). Die G e r l a c h'schen Bilder von perimusculären Netzen, welche er angiebt, habe ich bei meinen Bildern häufig wiedergefunden, habe aber geglaubt ihnen eine andere Bedeutung beilegen zu müssen.

3) Verfolgt man die von mir angenommene Endfaser bis zu den Muskelzellen selbst, so sieht man, dass die Nerven immer feiner werden und erst, wenn sie sich an die Muskelzellen anlegen, bemerkt man an den Nerven selbst eine deutliche Anschwellung, welche sich unmittelbar an der betreffenden Muskelzelle befindet.

Diese Anschwellungen, welche wir auch als Endknötchen (taches terminales) bezeichnen können, sitzen regelmässig auf einem Nervenzweige, sind klein und scheinen mit der isotropen Substanz der Zelle in Verbindung zu stehen.

Die Endigungen haben es nur mit dem Leib der Zelle zu thun, da man sieht, dass die Fasern an der Seite von dem Kerne verlaufen. Und zwar verlaufen sie parallel mit der Peripherie des letzteren oder sie durchkreuzen in ihrem Verlaufe einfach den Kern (Fig. 2. 3. 5).

Oft sieht man (Fig. 1 und 4), dass der Nerv, nachdem er der Muskelzelle die Anschwellung abgegeben hat, weitergeht, wie eine feinste Faser. Ob diese Fäserchen nun mangelhaft gefärbt, oder in Folge der Feinheit ihrer Structur beschädigte Zweige sind, welche zu dem noch mit anderen Fädchen anastomisiren könnten, ist schwer zu unterscheiden.

Meine Erfahrung spricht für die erstere Annahme, da ich oft ganz isolirte Zellen fand, wo man die Endfaser dicht an die Muskelzelle sich legend mit grösster Klarheit wahrneh-

men konnte und ausserdem bei meiner Macerirungs Methode jeder grobe Insult ausgeschlossen ist. Fig. V vom Ventrikel der Eidechse und Fig. VI Froschherzspitze (Hartnack Ob. III. Oc. 10) liefern in dieser Beziehung die besten Belege. Fig. V ist bemerkenswerth durch die Deutlichkeit und Grösse der Anschwellung, die sich dicht an dem Kerne befindet.

Das Bild erinnert ganz an die von Langerhans u. A. beschriebenen Muskelzellen mit nervösem Fortsatze. Es sei bemerkt, dass bei der Eidechse überhaupt die Endanschwellungen grösser sind als beim Frosche und Triton. (Alles oben über den Frosch Gesagte gilt auch vom Triton).

Vergleicht man unsere Bilder mit den Beschreibungen und Abbildungen, welche Löwit und Ranvier für die Harnblase des Frosches und für die glatte Muskulatur des Blutegeldarmes geben, so ist die Aehnlichkeit ersichtlich. Bei beiden Objecten finden sich hie und da kleine Abzweigungen, welche von den Nervenfasern eines Grundplexus bis zur Muskelzelle gehen, und dort enden. Es wird also der Satz von Ranvier (Leçons d'anatomie générale, année 1877—1878, Paris 1880 p. 463), dass alle organischen Muskeln, welche sich „dehors de volonté directe“ befinden, einen mit Ganglien ausgestatteten Grundplexus besitzen, mögen sie quergestreift sein oder nicht, auch für das Herz volle Gültigkeit haben. Ausserdem aber möchte ich die Achnlichkeit der eigentlichen Nervenendigung im Herzen selbst mit der an den glatten Muskelfasern vorfindlichen hervorheben. Das, was Ranvier bei den glatten Muskeln als „tache motrice“ beschrieben hat, glaube ich in den von mir hier geschilderten kleinen terminalen Anschwellungen der Endfasern an den Muskelzellen des Herzens, den „Endknötchen“, wiederzufinden. Ich bemerke hierzu, dass nach den Mittheilungen L. Bremers sich auch in gewissen quergestreiften Muskeln, wie z. B. in denen der Zunge, Endigungsformen finden, welche offen-

bar Uebergänge zwischen den grossen Endplatten der Skeletmuskeln und den „taches motrices“ Ranviers darstellen. Die Nervenendigung im Herzen würde sich demnach im Principe den übrigen bekannten Muskelnerven-Endigungen vollkommen einreihen lassen und keine auffallenden Besonderheiten, wie sie durch Gerlachs und Ranviers durchbohrende Nervenfäden gegeben wären, aufweisen. — Ob W. Krause mit seiner Angabe von der Endigung der Herznerven mit motorischen Endplatten beim Kaninchen dasselbe gemeint hat, was meiner Beschreibung zu Grunde liegt, kann ich bei der kurzen Fassung der betreffenden Notiz nicht entscheiden. Was die oben erwähnten von den Endknötchen weitergehenden Fädchen anlangt, so würde das auch nichts Eigenthümliches darstellen, indem wir besonders durch die Untersuchungen L. Bremer's kennen gelernt haben, dass sich ganz ähnliche Verhältnisse bei den Skeletmuskeln, und namentlich bei den Zungenmuskeln finden. Die von den Endplatten abgehenden Fäden enden dann an benachbarten Muskelfasern, und wird man für das Herz dasselbe annehmen dürfen.

Anmerkung. Die Entwickelung der Lehre von der Endigungsweise der Nerven in der glatten Musculatur lässt sich wie folgt kurz zusammenfassen. Trinchese beschreibt 1836 an Helix pomatia, anstatt der früher allgemein angenommenen ansa Valentini, die „plaque motrice“; Klebs an der Vesica urinaria des Frosches den plexus terminalis intramuscularis sowie Grundplexus intermedialis; die Verbindung der Zellen mit den Nerven berührt er nicht. Frankenhäuser lässt die Nerven in den Nucleoli endigen. Arnold lässt die Nerven den einen Nucleold durchbohren um zum andern zu gehen. Tolotschinow beschrieb ein terminales Netz, das die Muskelzelle in sich enthält. Henoque beschrieb „boutons terminales“ in der Muskelsubstantz selbst. Gonaiew fand im Oesophagus und Darm keine Endigungen. Loewit beschrieb den „Plexus terminalis completus“ in der Vesica urinaria des Frosches.

Elischer liess die Nerven in den Kernen mit „Knötchen“ endigen. Gscheidlen fand, dass keine plexus intermediares da sind und beschrieb nur einen breitmaschigen Plexus. Tschiriew schilderte im Oesophagus des Frosches die Endigungen als „tache terminale“, Rauvier's Angaben wurden schon oben citirt.

Fassen wir nun das Beschriebene kurz zusammen, so sind wir zu folgenden Resultaten gelangt:

1. Im Herzen des Frosches, der Eidechse und des Triton befinden sich äusserst reichliche Nervenverzweigungen, und kein Theil der Muskulatur ist von ihnen frei.

2. Die Myelinfasern der NN. Vagi gelangen bis zu dem von L. Gerlach beschriebenen Grundplexus, verlieren hierselbst in verschiedener Höhe ihr Mark und gesellen sich zu den Remak'schen Fasern, ohne mit denselben zu anastomosiren.

3. Ein perimuskuläres Netz der Autoren ist nicht als besondere Bildung aufrecht zu erhalten.

4. Vom Grundplexus gehen terminale Fasern direkt zu den Muskelzellen, wo sie mit Anschwellungen, Endknötchen, welche den „taches motrices" Ranvier's entsprechen, endigen.

5. Jede Zelle erhält eine Endigung, und können sonach die Angaben Th. W. Engelmann's, Forster's und Dew-Smith's schwerlich aufrecht erhalten werden. Der Kern der Zelle hat nichts mit den Nervenenden zu thun.

6. Die Muskulatur des Herzens lässt sich also bezüglich ihrer Innervation als eine glatte Muskulatur betrachten[1]).

Die vorliegenden Untersuchungen sind in dem anatomischen Institut zu Strassburg ausgeführt und die Präparate den Herren Professoren Waldeyer in Strassburg und Stieda in Dorpat demonstrirt worden.

---

1) Schon Gerlach hat sich in diesem Sinne ausgesprochen und hielt die Streifung des Herzmuskels für eine Folge seiner permanenten Thätigkeit. Vielleicht liesse sich diese Vorstellung näher begründen, wenn man eine ungestreifte glatte Musculatur, z. B. eine Froschblase, durch electrische Ströme in langdauernde Thätigkeit versetzte.

Literatur.

1) *Weismann*, Archiv für Physiologie und Anatomic Reichert's und Du Bois Reymond's. 1861. S. 41—61.
2) *Eberth*, Virchow's Archiv. Band XXXVII. S. 100.
3) *Schweigger-Seidel*, Stricker's Handbuch. Bd. I. S. 177.
4) *Koelliker*, Gewebelehre. 5. Aufl. 1867. S. 580.
5) *Krause*, Zeitschr. f. Rat. Med. von *Henle* und *Pfeifer*, XXXIII. S. 265 und Anatomie des Kaninchens. Leipzig 1868. S. 178.
6) *Flögel*, Archiv f. Mikr. Anat. VIII. S. 69.
7) *Winkler*, Müller's Archiv. 1867. S. 221.
8) *Remak*, Neurologische Erläuterungen. Müller's Archiv. 1844. Seite 463.
9) *R. Lee*, Phys. Transact. 1849. p. 43 (4).
10) *Cloetta*, Verhandl. d. Phys. Med. Ges. zu Würzburg. III. S. 64. 1854.
11) *Schklarewsky*, Göttinger Nachrichten. 1872. S. 426.
12) *Ludwig*, Müller's Archiv von 1848 s. 130 und 1852 S. 163.
13) *Rosenberger*, De centris motuum cordis etc. Inaug.-Dissert. 1850. Dorpat.
14) *Eckhard*, Exp. Phys. des Nervensystems. Giessen 1867. S. 208.
15) *Bidder*, Archiv für Anatomie und Physiologie. 1852 S. 163, 1863 S. 433 und 1868 S. 1.
16) *Arnold*, Virchow's Archiv. Bd. XXVIII. S. 433.

17) *Beale*, Philos. Trans. of the royal society. 1863. p. 153.

18) *Friedländer*, Unters. aus dem phys. Labor. in Würzburg. 1867. S. 159.

19) *Gerlach*, Virchow's Archiv. Bd. 66. 1876. S. 187.

20) *Ranvier*, Leçons d'anat. générale 1880, VII et VIII leçon und Traité technique VI Fasc. p. 842 seqq.

21) *Vignal*, Archiv de Phys. norm et path. 1881. S. 694—738, 910—934.

22) *Frey*, Handbuch der Histologie. 5. Auflage. 1876. S. 341.

23) *Krause*, Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. Reihe. Bd. XXIII. S. 60.

24) *Ravitz*, Archiv für mikroskop. Anatomie. Band XVIII. 1880. S. 297.

25) *Rezius*, Archiv für Anatomie und Physiologie. Anat. Abth. 1880. S. 360.

26) *Dogiel*, Archiv für mikr. Anatomie. Bd. XIV. 1877. S. 470.

27) *Szentkinalyi*, Hoffmann Schwalbe's Jahresbericht. Phys. pro 1880. S. 56.

28) *Klug*, Archiv für Anatomie und Physiologie. Anat. Abth. 1881. S. 342.

29) *Volkmann*, Müller's Archiv. 1844. S. 419.

30) *Ed. Weber*, Wagner's Handwb. der Physiologie. Bd. III. 2. Abth. S. 47.

31) *Budge*, Handwörterbuch der Physiologie. Band III. Abth. I.

32) *Langerhans*, Virchow's Archiv. 1873. Bd. LVIII. S. 65.

33) *Fischer*, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XIII. 1877. S. 365.

34) *Engelmann*, Pflüger's Archiv. 1875. XI. S. 468—704.

35) *Foster*, Pflüger's Archiv. Bd. V. S. 191.

36) *Dogiel*, Archiv für mikr. Anatomie. 1877. Bd. XIV. S. 59.

37) *Bremer*, Archiv für mikr. Anatomie. 1882. Bd. 21. S. 165.

38) *Foster* und *Dew-Smith,* On the Behaviour of the Hearts of Mollusks etc. From the Proceedings of the Royal society № 160. 1875.

39) *Trinchese*, Journal d'Anatomie et Phys. T. IV. 1867. Pag. 485.

40) *Klebs,* Virchow's Archiv. Bd. XXXII. S. 168.

41) *Frankenhäuser,* Die Nerven der Gebärmutter etc. Jena 1867.

42) *Arnold,* Stricker's Handbuch Bd. I S. 137.

43) *Tolotschinoff,* Archiv für mikrosk. Anatomie. 1867. Bd. V. S. 509.

44) *Henocque,* Du mode de distribution et de terminaison des nerfs etc. Paris 1870.

45) *Loevit,* Akademie der Wissenschaften in Wien. Bd. LXXI. 1875.

46) *Elischer,* Archiv für Gynäkologie. 1876. Bd. IX. p. 10.

47) *Gscheidlen,* Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. 14. 1877. S. 321.

48) *Dogiel,* Neue Untersuchungen über die Innervation des Herzens, mit 2 Tafeln, Abdruck aus den Nachrichten der Kaiserlichen Gesellschaft von Freunden der Naturforschung. 1881. (Russisch.)

Erklärung der Figuren auf der Tafel.

Fig. 1. Grundplexus und drei Endfasern; von zweien gehen feine Fädchen weiter. Taches motrices an den Muskelfasern; kernähnliche Anschwellungen an den Fasern des Grundplexus. Vorhofsscheidewand von Rana temporaria. Hartnack, Syst. VIII. Oc. III.

Fig. 2. Grundplexus und Endfasern mit taches motrices. Ventrikel von Rana temporaria. Hartnack, Immers. Syst. X. Oc. III

Fig. 3. Grundplexus mit Endfasern und Endknöpfchen. Spitze des Herzventrikels von Lacerta viridis. Immers. Syst. X. Oc. III.

Fig. 4. Vorhof von Rana temporaria, Endfasern mit Endknöpfchen; feine weitergehende Fasern. Dieselbe Vergr. wie Fig 3.

Fig. 5. Von der Ventrikelscheidewand einer Lacerta viridis, grosses Endknöpfchen im Profil neben einem Muskelkerne Dieselbe Vergr.

Fig. 6. Muskelfaser aus der Ventrikelwand von Rana temporaria. Nervenendigung. Dieselbe Vergr.

Thesen.

1) Bei jeder Secretionstheorie muss der Umstand berücksichtigt werden, dass die Drüsennerven mit Gefässnerven verlaufen. [1])

2) Der von mir nachgewiesene „N. dilatator Cardiae“ ist ein Hemmungsnerv. [2])

3) Die von mir beschriebenen Ganglienhaufen, der Cardia anliegend, besitzen automatische Eigenschaften. [3])

4) Bei der Ermittelung der Nervenfunctionen durch die elektrische Methode muss nicht nur die Stärke des Reizes, sondern auch die genaue Bestimmung seiner Frequenz in Betracht kommen; deswegen müssen alle bis jetzt mit dem Du Bois Schlittenapparat angestellten Versuche einer genauen Controle unterworfen werden. [4])

5) Die allein zulässige Methode, die Existenz der Vasoconstrictoren in den Lungen nachzuweisen, wäre die Ersetzung des Herzens durch einen künstlichen Druckapparat; deshalb sind die bis jetzt angestellten Versuche unbrauchbar. [5])

6) Langs' „Epidermophyten“ existiren nicht.

7) Pathologische Reizung der Hintergehirnlappen ruft (bei Hunden) durch Irradiation auf die motorische Zone einen epileptiformen Anfall hervor.[6])

8) Erosionen und Geschwürbildung an der Intestinalschleimhaut sind in gewissen Fällen auf hialine Gefässverstopfung zurückzuführen.[7])

---

1) Openchowski, Pflüger's Archiv Bd XXVII S 223, auch Zimsen's Handbuch Hautkrankheiten S 113 und weitere nicht veröffentlichte Untersuchungen.

2) „ Centralb. f. d. Med Wissensch Nr. 31.

3) „ „ „ „

4) „ „ „ „

5) „ Sitzb. d. Akad der Wissenschaften III Abth Juli-Heft 1881. Wien, auch Pflüger's Archiv Bd XXVII S 233 [auch weitere nicht publicirte Versu he]

6) „ Comtes rendus des seances de la Societé de biologie. T IV Nr. 2 1883 p 38 Paris.

7) „ Untersu hungen im Institute von v Recklinghausen ausgeführt [werden bald im Druck erscheinen]

Fig 1

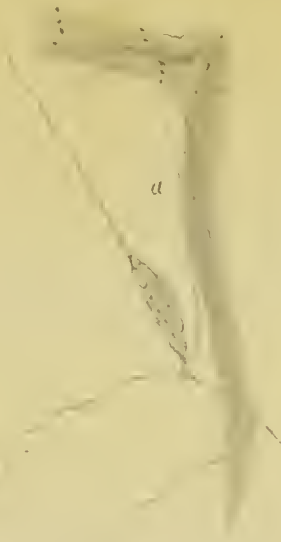


Fig. 4.

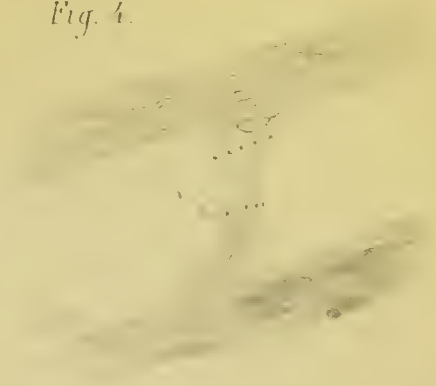


Fig. 3



Fig 2

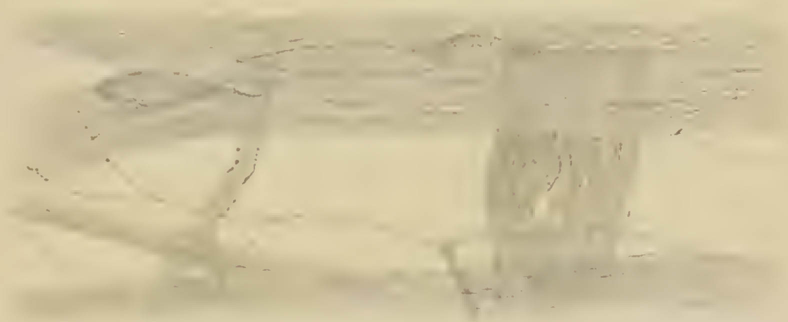


Fig. 5.

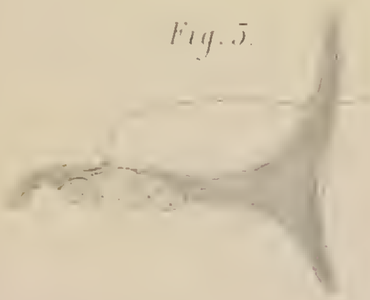


Fig 6.

